

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

**EKC 377 – Renewable And Alternative Energies**  
***[Tenaga-Tenaga Alternatif dan Boleh Diperbaharu]***

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please ensure that this examination paper contains EIGHT printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instruction:** Answer **ALL** questions.

**[Arahan:** Jawab **SEMUA** soalan.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai].*

Answer ALL questions.

Jawab SEMUA soalan.

1. [a] Earth Hour is an annual international event organised by the World Wildlife Fund (WWF), held on the last Saturday of March, which asks to turn off non-essential lights and electrical appliances for one hour.

*“Earth Hour” merupakan sambutan antarabangsa yang dianjurkan oleh World Wide Fund (WWF) pada hari Sabtu terakhir bulan Mac setiap tahun. Ia meminta pesertanya untuk memadam lampu dan perkakas elektrik selama sejam.*

Generally the average light bulb consumes about 2 amps at that moment it switched on. It then takes approximately another 4 hours to consume the next 2 amps. Taking into account the above information, can the Earth Hour event help in reducing the global warming? Why?

*Lazimnya, 2 amp digunakan ketika lampu dipasang, dan tempoh operasi selama 4 jam akan menggunakan 2 amp yang berikut. Mengambil kira fakta di atas, mampukah “Earth Hour” menolong mengurangkan pemanasan global? Kenapa?*

[4 marks/markah]

- [b] The first law of thermodynamics states that energy is neither created nor destroyed; it only changes form. Because of the first law of thermodynamics, a friend of you argues that there can never be an energy crisis. Do you agree with him? Why?

*Hukum pertama termodinamik menyatakan bahawa tenaga tidak boleh dicipta atau dimusnahkan, ia hanya boleh berubah bentuk. Berpegang kepada hukum termodinamik ini, rakan anda berpendapat bahawa krisis tenaga tidak akan wujud. Adakah anda bersependapat dengan beliau? Kenapa?*

[4 marks/markah]

- [c] “.....I would also like to announce here in Copenhagen that Malaysia is adopting an indicator of a voluntary reduction of up to 40% in terms of emissions intensity by the year 2020 compared to 2005 levels.....”

*“....Saya juga ingin mengumumkan di Copenhagen bahawa Malaysia mengunapakai secara sukarela pengurangan keamatan pengeluaran sehingga 40% pada tahun 2020 berbanding paras 2005.....”*

Honorable Prime Minister of Malaysia Datuk Seri Mohd Najib Bin Tun Abdul Razak, at United Nation Climate Change Conference 2009, Copenhagen, Denmark.

*Yang Amat Berhormat Perdana Menteri Malaysia Datuk Seri Mohd Najib Bin Tun Abdul Razak, di Persidangan Perubahan Iklim Negara-Negara Bersatu 2009, Copenhagen, Denmark.*

Accepting the reality that fossil fuel consumption is essential for the development of the country and being completely carbon-neutral is a challenging task; suggest 4 strategies to achieve the target of 40 % reduction by the year 2020.

*Memandangkan penggunaan bahan api fosil adalah penting bagi pembangunan negara dan sukar untuk mempraktis karbon-neutral; cadangkan 4 strategi bagi mencapai sasaran 40% pengurangan pada tahun 2020.*

*[4 marks/markah]*

2. You are an engineer in a palm oil mill. Considering the current high operational energy consumption, the management of the mill would like to explore the feasibility of using alternative technologies utilizing the byproducts from the mill to generate energy. You strongly feel that fuel cell technology might be one of the options to generate electricity.

*Anda ialah jurutera yang bekerja di kilang kelapa sawit. Memandangkan penggunaan tenaga yang tinggi, pihak pengurusan kilang ingin mengkaji kemungkinan penggunaan teknologi alternatif dari hasil sampingan kilang untuk menghasilkan tenaga. Anda yakin bahawa teknologi sel bahan api merupakan salah satu pilihan untuk mejana elektrik.*

Currently the palm oil mill effluent (containing high organic component) is treated using biological anaerobic digestion, followed by aerobic oxidation in open ponds system. The biomass residues are disposed off in landfills or occasionally used as fertilizer.

*Kini, kumbahan kilang kelapa sawit (mengandungi komponen organik yang tinggi) dirawat dengan pencerna anaerobik biologi, diikuti oleh oksidasi aerobik di dalam sistem kolam terbuka. Sisa biojisim dilupuskan di tapak pelupusan atau sesekali digunakan sebagai baja.*

- [a] Explain how fuel cells differ from the conventional power plants using fossil fuel to generate electricity.

*Jelaskan bagaimana sel bahan api berbeza daripada loji jana kuasa yang menggunakan bahan api fosil bagi menjana elektrik.*

*[4 marks/markah]*

- [b] Identify three sources from this mill that can be used as fuel to operate fuel cell.

*Kenalpasti tiga sumber daripada kilang ini yang boleh digunakan sebagai bahan api bagi operasi sel bahan api.*

*[3 marks/markah]*

- [c] State two types of fuel cell that can be used in this mill and briefly explain your choice.

*Nyatakan dua jenis sel bahan api yang boleh digunakan di kilang ini, dan secara ringkas terangkan pilihan anda.*

*[8 marks/markah]*

*...4/-*

- [d] Why should the government support the usage of fuel cells; and how the government can encourage more industries to use fuel cells to generate electricity?

*Kenapakah kerajaan patut menyokong penggunaan sel bahan api, dan bagaimana ia boleh menggalakkan lebih banyak industri menggunakan sel bahan api bagi menjana elektrik?*

*[5 marks/markah]*

3. [a] There are two approaches for using solar energy, namely, passive solar system and active solar system. With suitable example, briefly explain these two systems.

*Terdapat dua pendekatan bagi penggunaan tenaga suria iaitu sistem suria pasif dan sistem suria aktif. Dengan contoh yang sesuai jelaskan kedua-dua sistem ini.*

*[6 marks/markah]*

- [b] State the main reasons why solar cells have solar energy conversion efficiencies of less than the theoretical value of 31%.

*Nyatakan sebab-sebab utama kenapa sel suria mempunyai kecekapan penukaran tenaga suria yang rendah daripada nilai teori 31%.*

*[4 marks/markah]*

- [c] A friend of you staying in an area that receives 550 watts per square meter of solar radiation throughout the year plans to use a flat-plate solar collecting system. The area of the solar collecting system is  $80 \text{ m}^2$  and household energy used is 3000 KWH per month. Assume that the system will receive about 8 hours of illumination per day and the efficiency of the system is 15%. The specific heat and density of water are  $4.186 \text{ Joule/gram } ^\circ\text{C}$  and  $1000 \text{ kg/m}^3$ , respectively.

*Rakan anda tinggal di kawasan yang menerima 550 watt per meter persegi sinaran suria sepanjang tahun. Beliau berhasrat untuk menggunakan sistem pengumpulan suria plat-rata. Luas sistem pengumpulan suria tersebut ialah  $80 \text{ m}^2$  dan penggunaan tenaga isi rumah ialah 3000 KWJ per bulan. Andaikan sistem tersebut akan menerima sinaran selama 8 jam sehari dan kecekapan sistem ialah 15%. Haba tentu dan ketumpatan air masing-masing ialah  $4.186 \text{ Joule/gram } ^\circ\text{C}$  dan  $1000 \text{ kg/m}^3$ .*

- [i] Calculate the percentage of the household daily energy usage that can be generated by the solar collecting system.

*Kirakan peratus penggunaan tenaga harian isi rumah yang boleh dijana oleh sistem pengumpulan suria tersebut.*

- [ii] How long it will take for the solar collecting system to heat 38000 liters of water in the swimming pool by  $8 ^\circ\text{C}$ ?

*Berapa lamakah diperlukan bagi sistem pengumpulan suria tersebut untuk memanaskan 38000 liter air di kolam renang sebanyak  $8 ^\circ\text{C}$ ?*

*[8 marks/markah]*

*...5/-*

4. [a] Wind, wave and nuclear are some of the alternative energies available to replace conventional fossil fuel like petroleum, coal and natural gas.

*Angin, ombak dan nuklear adalah di antara tenaga alternatif yang sedia ada untuk menggantikan bahan api fosil petroleum, arang batu dan gas semulajadi.*

- [i] Briefly describe generation and application of wind and wave energy.  
*Secara ringkas, terangkan penjanaan dan aplikasi tenaga angin dan ombak.*

[4 marks/markah]

- [ii] What is the potential of using wave and wind energy in Malaysia?  
*Apakah potensi penggunaan tenaga angin dan ombak di Malaysia?*

[4 marks/markah]

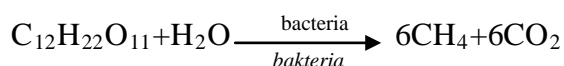
- [iii] As a citizen of Malaysia, do you think Malaysia should consider using nuclear energy as an alternative source of energy? Why?  
*Sebagai seorang warganegara Malaysia, pada pendapat anda, patutkah Malaysia mempertimbangkan penggunaan tenaga nuklear sebagai suatu sumber tenaga alternatif? Kenapa?*

[5 marks/markah]

- [b] A rubber bag of total volume  $3.0 \text{ m}^3$  is used as a biogas digester operated at  $28^\circ\text{C}$ . Each day it is fed an input of  $0.20 \text{ m}^3$  of slurry, of which  $4.0 \text{ kg}$  is volatile solids, and a corresponding volume of digested slurry is removed.

*Satu beg getah yang berisipadu  $3.0 \text{ m}^3$  digunakan sebagai pencerna biogas yang beroperasi pada suhu  $28^\circ\text{C}$ . Setiap hari, ia disuapkan dengan buburan  $0.20 \text{ m}^3$ , di mana  $4.0 \text{ kg}$  adalah pepejal mudah meruap. Pada masa yang sama isipadu buburan tercerna yang setara disingkirkan.*

Assuming that a typical reaction in the digestion process is  
*Anggap bahawa tindakbalas lazim bagi proses pencernaan adalah*



and that the reaction takes 7 days to complete, calculate  
*dan tindakbalas tersebut memerlukan tujuh hari untuk lengkap, kirakan:*

- [i] the volume of gas generated upon completion.  
*isipadu gas yang terhasil apabila tindakbalas lengkap.*

[4 marks/markah]

- [ii] the heat obtainable by combustion of this gas for each day of operation of the digester.

*haba yang boleh diperolehi setiap hari daripada pembakaran gas yang terhasil daripada operasi pencernaan ini.*

[2 marks/markah]

- [iii] how much kerosene would have the same calorific value as one day's biogas?

*Berapa banyak minyak tanah yang akan mengandungi nilai kalorifik yang sama dengan biogas yang dihasilkan dalam satu hari.*

[2 marks/markah]

- [iv] The reaction rate in the digester can be nearly doubled by raising the temperature of the slurry from 28 (ambient) to 35 °C. What would be the advantage of doing this and how much heat per day would be needed to achieve this? Would you recommend increasing the temperature of the slurry?

*Kadar tindakbalas di dalam pencerna hampir digandakan dengan menaikkan suhu buburan daripada 28 (persekitaran) ke 35 °C. Apakah manfaat yang akan diperolehi dengan berbuat demikian dan berapa banyak haba setiap hari yang diperlukan untuk tujuan ini? Adakah anda akan mencadangkan untuk meningkatkan suhu buburan?*

#### Data

Molecular weight of C = 12, O = 16, H = 1, R = 82.058 cm<sup>3</sup> atm mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

Heat of combustion per unit volume biogas = 20 MJ/m<sup>3</sup>

Caloric value for kerosene = 35 MJ/kg

Specific heat capacity of C<sub>12</sub> H<sub>22</sub> O<sub>11</sub> can be taken as = 3.2 kJ/kg.K

#### Data

Jisim molekul C = 12, O = 16, H = 1, R = 82.058 cm<sup>3</sup> atm mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

Tenaga pembakaran per unit isipadu biogas = 20 MJ/m<sup>3</sup>

Nilai kalori bagi minyak tanah = 35 MJ/kg

Muatan haba tentu bagi C<sub>12</sub> H<sub>22</sub> O<sub>11</sub> boleh diambil sebagai = 3.2 kJ/kg.K

[4 marks/markah]

5. Biodiesel and bioethanol are currently the most common renewable fuel that is being used world wide to replace fossil based transportation fuel. Nevertheless, it was claimed that second generation bioethanol/biodiesel are more sustainable than first generation bioethanol/biodiesel.

*Kini, biodiesel dan bioetanol adalah tenaga boleh diperbaharui yang paling biasa digunakan di seluruh dunia untuk menggantikan bahan api pengangkutan yang berasaskan tenaga fosil. Walau bagaimanapun, adalah dipercayai bahawa bioetanol/biodiesel generasi kedua adalah lebih lestari berbanding bioetanol/biodiesel generasi pertama.*

- [i] What is the difference between first generation biofuel and second generation biofuel.  
*Apakah perbezaan di antara bahanapi-bio generasi pertama dengan bahanapi-bio generasi kedua.*  
[2 marks/markah]
- [ii] Are all biofuels sustainable? How can the sustainability of biofuel be evaluated?  
*Adakah kesemua bahanapi-bio lestari? Bagaimanakah kelestarian bahanapi-bio boleh dinilai?*  
[3 marks/markah]
- [iii] Using your chemical engineering knowledge, draw a process flow diagram for producing second generation bioethanol from oil palm lignocellulosic biomass.  
*Dengan menggunakan pengetahuan kejuruteraan kimia anda, lukiskan satu gambarajah aliran proses bagi menghasilkan bioetanol generasi kedua daripada biojisim lignoselulosik kelapa sawit.*  
[5 marks/markah]
- [iv] Do you think biodiesel or bioethanol have better prospect in Malaysia?  
*Pada pendapat anda, adakah biodiesel atau bioetanol mempunyai lebih berpotensi di Malaysia?*  
[5 marks/markah]
- [v] Microalgae has been hailed as a potential feedstock for biodiesel and bioethanol in the near future. What do you think?  
*Mikroalga kini dianggap sebagai bahan mentah yang mempunyai potensi tinggi bagi penghasilan biodiesel dan bioetanol pada masa hadapan. Apa pendapat anda?*  
[5 marks/markah]
- [vi] Fiji is a small country in the South Pacific, whose main export crop is sugar. Fiji produces 300,000 t/y of sugar, and imports 300,000 t/y of fossil petroleum fuel. If all this sugar were converted to ethanol, what proportion of petroleum imports could it replace?  
*Fiji adalah sebuah negara kecil di Pasifik Selatan di mana eksport tanaman utama adalah gula. Fiji menghasilkan 300,000 tan/tahun gula dan mengimport 300,000 tan/tahun bahan api petroleum fosil. Sekiranya semua gula yang dihasilkan ditukarkan kepada etanol, berapa peratus petroleum import boleh dikurangkan?*

Data

Sugar can be represented by glucose ( $C_6H_{12}O_6$ )

Molecular weight of C = 12, O = 16, and H = 1

Caloric value of ethanol = 26.7 MJ/kg

Caloric value of crude oil = 45 MJ/kg

Data

*Gula boleh diwakili oleh glukos ( $C_6 H_{12} O_6$ )*

*Jisim molekul  $C = 12$ ,  $O = 16$ , and  $H = 1$*

*Nilai kalori etanol =  $26.7 \text{ MJ/kg}$*

*Nilai kalori minyak mentah =  $45 \text{ MJ/kg}$*

*[5 marks/markah]*